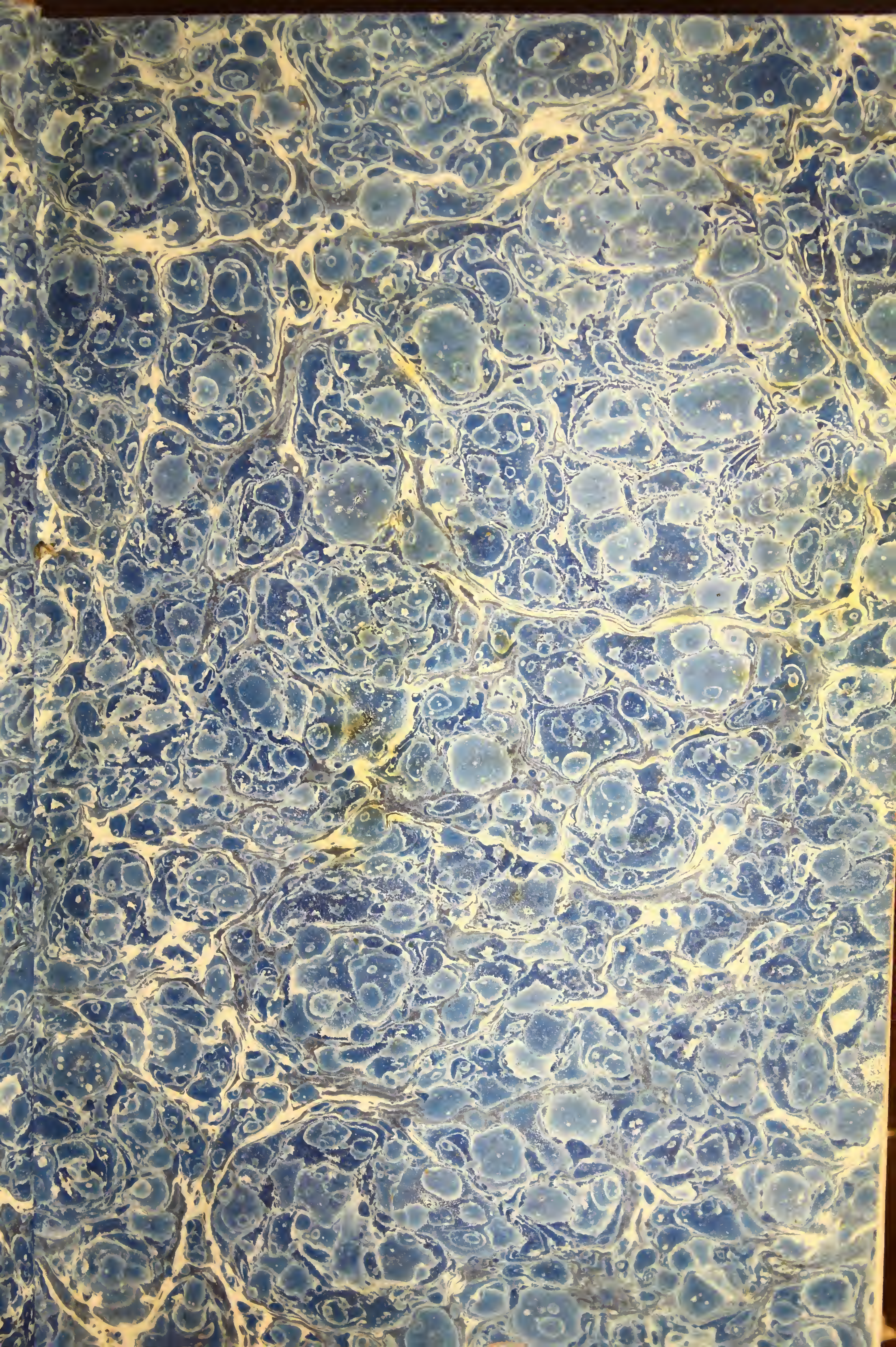






TRATADO PRÁCTICO

SOBRE

CAMINOS.

CRECE diariamente en importancia el arte de construir caminos, y cada dia se apreciará mas su utilidad, á medida que el público deje de mirarlo con el desvío que hasta aquí. Pocos años hace que en la misma Inglaterra, pais justamente afamado por la belleza y seguridad de sus carreteras, se juzgaba aquel arte impropio de las personas científicas ó de buena educacion; y fueron necesarios los trabajos de algunos hombres eminentes, tales como Telford y Mac-Adam, para escitar la atencion del pais, y demostrar cuánto beneficio podrá reportarse para los caminos de una juiciosa aplicacion de la labor. Sin esos trabajos las comunicaciones de aquel hermoso pais hubieran permanecido en el imperfecto é irregular estado que antes de ellos tenian.

Y con todo esto, la mejora es solo parcial por lo que respecta á los caminos reales principalmente;

mientras que la generalidad de aquellos que estan al cuidado de las juntas parroquiales (1) continúan en un estado muy imperfecto, aunque en ellos se gasta anualmente mayor cantidad de dinero y labor que la necesaria para mantenerlos en buen estado. La falta de intelijencia ocasiona esa profusion de gastos. Los materiales se escojen sin criterio; no se machacan de un tamaño uniforme; se acarrean con crecido gasto á parajes ya suplidos con esceso; no se atiende lo preciso á desaguarlos; y los trabajadores son pagados á jornal, y no á destajo.

El objeto de este ensayo es manifestar cómo se puede obtener el pais buenos caminos con menos gastos de los que ahora abona para mantenerlos escabrosos, con surcos y deformes. Al efectuar esta importante mejora, los robustos jornaleros, que en tiempos quebrados buscan trabajo, y lo buscan en vano, hallarian un mercado, y la caridad individual un grande alivio. Cuando un hombre es empleado por el subinspector ó ayudante de caminos, deja de ser un mendigo para convertirse en un ser libre, que dá un retorno por lo que recibe. Cada carga de guijo cavado por presidiarios, cuesta cinco ó seis veces mas que la estraida por jornaleros pagados á destajo. Na-

(1) En Inglaterra todos los caminos están á cargo de las parroquias; es decir: al de la autoridad municipal. Una mejora importante en este punto á la lejislacion inglesa seria la de confiarlos á una junta de mayores contribuyentes de los pueblos interesados principalmente en las carreteras respectivas. Estas juntas se formarian por distritos, bajo la inspeccion de la autoridad municipal, y mas inmediatamente bajo la de los Gobiernos políticos. Son obvias las razones que abonan esta medida, y en Inglaterra mismo han empezado á conocerse y esforzarse. Bastaria solo para recomendarla, la consideracion de que á nadie corresponde mejor que á los que pagan, la administracion é inspeccion de los trabajos y obras para las cuales erogan sus fondos. La cura de los intereses propios es siempre mas eficaz y económica que la de los intereses ajenos.

da se gana con reunir una porcion de hombres criminales y holgazanes en una escavacion ú hoyo de guijo ó de zadorra. Allí se comunican mútuamente su pereza; ponen en comun sus malos hábitos; se animan unos á otros á la desobediencia y al engaño; ó se conciertan para la fuga, y acaso para la perpetracion de nuevos atentados. Infinitamente mejor es emplear labradores honrados é independientes; darles una justa remuneracion por su trabajo; y pagarles tan solo por lo que hagan bajo un sistema de destajo bien combinado. Para cualquiera que conozca las consecuencias desastrosas de emplear presidiarios en las obras públicas, es penoso verlos en ellas un año tras otro año, con perjuicio propio y del público, cuando es tan fácil el remedio del daño, y tan evidente la conveniencia de realizarlo. Manera mas beneficiosa de dar trabajo á los jornaleros en tiempos quebrados no puede imajinarse, que la de emplearlos en los caminos: manera á un tiempo ventajosa al pais, porque hace las obras mas baratas y perfectas; y al bienestar é independencia de los jornaleros, porque les evita el escollo de la mendicidad. En corroboracion de todo esto, véase el ruidoso proceso á que ha dado márjen la construccion de la carretera de Bonanza al Puerto de Santa Maria, cuyo lento progreso da una exacta idea de lo que vale el trabajo de presidiarios.

Como el objeto de este opúsculo no es ni puede ser el de hacer inoficioso el trabajo de los injenieros, á los cuales compete hacer el trazado, poco dirémos acerca de este, salvo algunas reglas generales, dirijidas especialmente á las entradas de los pueblos de un vecindario que no esceda de 3,000 almas.

El ancho del camino no deberá bajar de 36 pies: de estos, 24 se destinarán á formar, por decirlo así, el cuerpo ó vértebra firme del camino, y los restantes á paseos laterales llamados *andenes*, de 6 pies cada uno. Esta anchura podrá reducirse en los grandes desmontes, ó en laderas muy escarpadas, para ma-

yor economía. En las entradas de las grandes ciudades podrá aumentarse el ancho hasta 40 pies. Los repechos en los terrenos entrellanos nunca deberán esceder de una vara en 25.

La pendiente de las grandes cuestas en los caminos de montaña, tampoco deberá esceder de una vara en 20; y lo mas, mas, de una en 18. En toda cuesta que pase de esta proporcion, se multiplicarán las vueltas y revueltas hasta arreglar la pendiente á las indicadas dimensiones.

En el trazado de un camino de montaña se tendrá cuidado de no hacer cuestas de un solo plano inclinado, ó rampa en línea recta, aun cuando no escediese de la proporcion antedicha. Si no es posible hacerla de una vara en 25, se dividirá en varios trozos, que vayan haciendo vueltas y revueltas, arreglando las pendientes de estos de manera que empezando por las mas ásperas, esto es, por las de 1 á 18 en la parte baja, vayan siendo mas suaves conforme se acerquen á la cima.

Los recodos de las revueltas serán llanos y espaciosos cuanto sea dable, de modo que los carruajes puedan dar la vuelta con comodidad, y sin peligro de volcar: debiéndose tener muy presente el espacio que necesitan los coches de colleras, y los carruajes de cuatro, cinco ó mas caballerias.

En los caminos de montaña es una gran falta subir para volver á bajar antes de alcanzar la cima, cuando esto se hace sin una absoluta necesidad.

Las rampas de las entradas de las ciudades y pueblos de consideracion, convendrá tengan á lo menos 600 varas de lonjitud: en las de los lugares de menos importancia podrán hacerse de 400 y aun de 200 varas.

DESAGUE.

Despues del trazado, la condicion mas importante de un camino es su desagüe; porque se puede asegurar que el terreno natural (á no ser que se componga de arena suelta y profunda) es el mejor piso, con tal que en todas estaciones se le mantenga seco. Asi, pues, no se puede intentar la reparacion ó mejora de un camino, si previamente no se ha puesto el mayor cuidado en este punto; porque seria ineficaz cuanto se hiciese. ¿De qué utilidad pueden ser los materiales de mejor calidad con que se arrope un camino, si este se halla sumerjido en agua? ¿Podrá consolidarse? ¿Podrá formar una sustancia compacta y dura cuando el agua forme parte de ella, consumiendo, por decirlo asi, sus entrañas? El agua en un camino es un cáncer que gasta y destruye todo principio de vida; y por eso, para desangrarlo bien, deben emplearse todos los esfuerzos de la intelijencia y del trabajo. A fin de conseguirlo, fórmense cunetas ó zanjas á los lados. Si el camino las hubiese tenido antes, véase en que estado se hallan, y si no estan mas hondas que el cimiento del camino, límpiense, profundícense y dénseles salida, para que las aguas no rebalsen. Si la pendiente que tienen, es demasiado suave, hágase una artificial. Si el terreno fuese pantanoso y brotase agua, fórmesele un desagüe muy hondo, bien por medio de zanjas profundas llenas de gruesas piedras, por cuyos intersticios se escurra el agua á buscar un nivel mas bajo fuera del camino, ó bien por medio de caños de barro cocido. Si no se hace asi, el camino estará continuamente humedeciéndose: se formarán hoyos y pantanos; y finalmente, se consumirá mas dinero en materiales durante un año, que el que en muchos costaria el interno desagüe que hemos propuesto. Las salidas ó desagües de la

superficie del camino hacia las zanjas, y de estas hacia los terrenos mas bajos, nunca serán demasiados. Si no se atiende á esto con cuidado y prolijidad, el agua que cae en la superficie de la carretera carecerá de salida, y producirá muy malos efectos. Acontece con mucha frecuencia que las tierras adyacentes estan mas altas que el camino; en cuyo caso la natural tendencia de las aguas las conduce á él para destruirlo, ora se precipiten á la superficie, ora lo atraviesen en otras direcciones. En estos casos es absolutamente indispensable hacer una cuneta que las intercepte, ó una cañería interior al borde del camino, como ya lo hemos dicho, á fin de preservar sus cimientos.

Cuando se observe que un trozo particular de carretera se halla constantemente en mal estado, pesado para el tiro, y requiriendo continuas tongas de material nuevo, ó esté situado de la manera que hemos dicho, ó en una llanura donde las aguas no tienen salida, hay pocos casos en que no se pueda ofrecer algun alivio por medio del desagüe, y un observador intelijente verá con facilidad cuan pronta es semejante mejora, cuanto daño evita si se dirije convenientemente, y cuanto, en fin, gana el camino con respecto al tiro de las caballerías. Puede, por desgracia, decirse que en España se atiende menos al desagüe de los caminos que á recebarlos con cascajo ú otros materiales: trabajo este incesante al par que costoso, si no se procura impedir que las aguas lo hagan ineficaz.

Dirémos una palabra de los badenes.

Llámanse asi aquellos parajes en que una corriente pequeña de agua atraviesa el camino, cuando no hay disposicion, ó no merece por su importancia que se construya una alcantarilla. Hácense con este objeto unas hondonadas compuestas hasta aqui de dos planos inclinados que forman un ángulo muy obtuso, de lo cual resulta que cuando baja el carruaje por uno de estos planos, choca sin remedio contra

el ascendente opuesto. De aqui dos males; primero, un choque ó sacudimiento al carruaje, y segundo, que al maltratar las ruedas el plano opuesto, lo deterioran en términos que pronto se forma un bache, que se hace cada dia mas hondo y escabroso. Todo se remedia con aplanar el vértice del ángulo, formando el baden de tres planos, é intercalando entre el descendente y ascendente uno de ocho ó diez pies de ancho, por donde corra el agua. Si el terreno es fofo ó poco resistente, deberá empedrarse, para que el agua no haga mella en él.

En conclusion: antes de dar ningun paso respecto á la reparacion de un camino, debe perfeccionarse el desagüe. De otra manera, cuantos esfuerzos se hagan para mantenerlo en buen estado, serán inútiles.

DE LA SUSTANCIA Ó ESPESOR DE LOS MATERIALES.

Es un error antiguo que por largo tiempo ha dirijido la práctica, y al que tenazmente se adhiere esta aun, el de creer que colocando gran cantidad de piedras debajo del piso del camino, puede precaverse el que se hunda; ó en otras palabras, que un camino puede hacerse suficientemente fuerte para soportar pesados carruajes, aunque el terreno sea arcilloso ó de otra materia blanda, y aunque esté empapado en agua por las lluvias ú otras causas.

Asi, se empezaba por abrir una trinchera de todo el ancho del camino inferior á la superficie de la tierra adyacente, y se depositaban en ella gruesas piedras: sobre estas otra capa de piedras algo menores; pero generalmente de siete á ocho libras de pe-

so cada una; y á esto llamaban el cimiento del camino, el cual variaba en espesor segun el capricho del injeniero, y por lo comun, en proporcion á la abundancia de fondos con que se contaba para la empresa. Sobre este pretendido cimiento colocaban lo que propiamente se llamaba el camino, y este consistia en una cantidad de piedra machacada, ó cascajo, de un pie ó 18 pulgadas de espesor.

El inmenso é innecesario gasto que de aqui se seguia, ha impedido por mucho tiempo, y hasta ahora, la abertura de nuevos caminos, porque los hombres mas emprendedores han retrocedido espantados ante sus enormes presupuestos. Pero afortunadamente la esperiencia ha acreditado que el suelo natural es el que en realidad sostiene los pesos del tráfico mas activo sin hundirse, con tal que se le conserve perfectamente seco. Basta para esto, despues de un sistema conveniente de desagüe, cubrirlo con una costra impermeable, cuyo espesor debe arreglarse segun la aptitud de los materiales para rechazar la lluvia ó resistir la humedad orijinada de otras causas, mas no de ninguna manera segun su propio poder para soportar los pesos del tráfico.

Basta una observacion trivial para conocer que si una costra se compone de gruesas piedras desiguales entre sí, las mas grandes estarán constantemente conmovidas por la presion y el sacudimiento del tráfico, y que el único medio de hacer que las piedras no tengan movimiento, es el de usar materiales de uniforme tamaño, aglomerados y unidos con una sustancia cohesiva, y esto desde el fondo ó cimiento del camino hasta la superficie.

Tambien puede ocurrirse á la observacion menos profunda que si las costras ó capas inferiores de una carretera, sobre ser de mayor tamaño, estan compuestas de un material mas duro que el de las superiores, estas, holladas y trituradas por las llantas de los carros, se pulverizarán entre dos cuerpos mas du-

ros que ellas, como el trigo entre dos piedras. Y asi es que la esperiencia, de acuerdo con la teoría, ha manifestado que un camino hecho sobre un terreno flexible ó *tremedal*, (esto es, fofo y cenagoso) dura mas que uno hecho sobre roca, èn la proporcion de cinco á siete.

De todo lo dicho resulta que la operacion de formar un camino es precisamente la inversa de la de cavar una zanja, y que en vez de hundirlo, debe levantársele sobre el nivel ordinario del terreno adyacente, teniendo cuidado de darle suficiente declive para desaguarlo, de tal modo que esté siempre algunas pulgadas mas bajo el desagüe que la capa inferior sobre la cual ha de descansar el camino. Si esto no es practicable, debe levantarse artificialmente el terreno, de modo que se verifique estar algunas pulgadas mas alto que su desagüe respectivo. Hecho lo cual, se colocará una tonga de piedra machacada á marro ó á martillo, siguiendo el principio de que las piedras angulosas son las que, uniéndose por sus aristas, llegan á formar una capa sólida, dura, impenetrable al agua, y sobre la cual pueden pasar las ruedas sin choque ni conmocion. Téngase presente, sin embargo, que la piedra debe estar limpia, sin greda, arcilla ú otra materia que se disuelva en agua ó que en sí la contenga, por lo cual debe siempre desecharse el cascajo sucio.

El tamaño de las piedras destinadas á los caminos se ha espresado de diferentes modos en diversas contratas relativas al caso. Unas veces se han pedido del tamaño de un huevo de gallina: otras se han exijido que no pasen de media libra de peso. Pues bien: el tamaño ni debe esceder del que ocupa el ancho de la llanta de una rueda ordinaria, que es poco mas de una pulgada, ni su peso debe pasar de seis onzas.

La capa en general no debe bajar de diez pulgadas, ni pasar nunca de 13.

El declive ó combadura de dicha capa no debe

ser sino de tres pulgadas en el centro mas que á los costados, porque es lo que basta para dar salida al agua. Mayor inclinacion, haciendo mas agudo el ángulo de la línea del centro con la del perfil del camino, haria que el canto de la rueda penetrase como un cuchillo en la superficie, al mismo tiempo que ofreciese mayor resistencia al tiro de las caballerías.

MATERIALES DE QUE DEBE USARSE.

Es natural que el injeniero ó inspector de caminos, en su eleccion de materiales, sea guiado principalmente por el coste del acarreo de la piedra, el de su preparacion, y el de su colocacion final sobre la carretera. La capacidad de discernir la dureza, consistencia y duracion de cada especie de piedra: la de apreciar su mérito comparativo, y la mas dificil de aplicarla, segun su naturaleza, á las diferentes especies de terrenos sobre que deben obrar, es una capacidad de primer órden en el negocio que nos ocupa, y una de las mejores dotes que pueden y deben exijirse en un injeniero ó inspector de caminos. Una cosa (muy importante por cierto) es saber formar el cimiento, ó la costra, ó el desagüe de un camino, colocando artísticamente los materiales, y otra calcular la mayor ó menor resistencia de estos á la presion de los carruajes; su mayor ó menor cohesion para formar un todo compacto é impermeable; y finalmente, su afinidad mayor ó menor con los terrenos adyacentes.

Es ruinosa la economia de usar materiales blan-

dos, tan solo porque son baratos, y se pueden obtener á corta distancia por una tercera parte del precio que otra piedra mas dura y lejana.

Otras veces, no por economia, sino por mera ignorancia de las calidades que se requieren en la piedra para caminos, se da la preferencia á materiales de inferior calidad (el pedernal por ejemplo) cuando otros de superior clase, como la piedra basáltica, pueden obtenerse á corta distancia por el mismo ó menor coste.

Darémos aquí algunas reglas que sirvan de guia á los que quieran ocuparse en el importante negocio de mejorar sus caminos.

«Existe (dice el caballero Juan Herschel en su discurso sobre el estudio de la Filosofía natural) una cierta confusion en las palabras *dureza*, *consistencia ó tenacidad*, *elasticidad* y otras cualidades de los cuerpos sólidos, que conviene ante todo disipar.»

«*Dureza* es la disposicion que tiene un cuerpo á resistir la dislocacion de sus partes. Así, el acero es mas duro que el hierro, y el diamante lo es casi infinitamente mas que todos los demas cuerpos de la naturaleza.»

«La *consistencia*, *tenacidad ó disposicion correosa* de un cuerpo, es aquella calidad que le hace resistir á un fuerte golpe sin romperse, y es distinta de la *dureza*, aunque á menudo se confunde con esta. Propiamente no es mas que una cierta disposicion á ceder, unida á una poderosa y general cohesion entre sus partes, compatible con varios grados de elasticidad.»

La confusion de que habla aquí el caballero Herschel entre la *dureza* y la *consistencia ó tenacidad*, ha dado lugar á muy graves errores en la eleccion de materiales para caminos, porque frecuentemente se ha buscado en ellos una de dichas cualidades sin consideracion alguna á la otra. Generalmente hablando, se ha apreciado con esceso la primera, con olvido ó desprecio total de la segunda.

Si los caminos estuviesen espuestos tan solo á la friccion, ó lo que es lo mismo, al molimiento de los materiales por efecto del tráfico, la condicion de *dureza* seria en ellos suficiente; pero la superficie del camino soporta tambien el peso de los carruajes, y se halla espuesta á su accion destructora: por lo cual es necesario tomar en consideracion la calidad de *consistencia ó tenacidad* en los materiales. Acaso sea mas importante esta calidad que la de *dureza*, por cuanto la presion de grandes pesos afecta la substancia de los caminos, disloca las piedras, produce desigualdades de nivel y destruye del todo alguna porcion de material, mientras que la friccion de las ruedas obra solamente sobre la superficie, y muele y desgasta la faz de cada piedra, no violentamente, sino por medio de una operacion lenta y regular.

La importancia de la *tenacidad* en los materiales de un camino, puede ilustrarse imajinándoselo compuesto de pedazos de cristal; materia que, aunque muy *dura*, es en estremo frájil y quebradiza: y es evidente que, bajo la presion de los carruajes, en pocas horas estaria pulverizado.

Un error de esta especie se comete por aquellos que emplean como material escelente el pedernal, *porque es duro*, siendo así que debe calificársele en sentido contrario, por su cualidad de *quebradizo*.

Otra cualidad apetecible en la piedra que se destine á los caminos, es que sea, en lo posible, homojénea, esto es, de la misma contestura interior: porque si una de sus partes componentes es mas débil que las otras, se hará pedazos sin remedio, una vez perdida, por efecto de la presion, la regular trabazon de todas ellas. El granito es un ejemplo de esta verdad, porque á la vez que una de sus partes componentes es dura y tenaz, la otra (especialmente si está bien cristalizada) se pulveriza con la mayor facilidad.

La superioridad de las piedras tenaces, que no se deshacen fácilmente bajo la presion, es evidente:

no solamente forman caminos sólidos y unidos, con poco barro en tiempo húmedo y poco polvo en tiempo seco, sino que por tener mayor duracion disminuyen los entorpecimientos que causa el frecuente abastecimiento de piedra machacada para la renovacion de las carreteras; operacion esta engorrosísima, costosa, y que retarda considerablemente el progreso de las ruedas, añadiendo trabajo y fatiga á los caballos de tiro.

Para objetos y fines de poca monta algunos naturalistas sujieren como el mejor medio de averiguar la tenacidad comparativa de las piedras, el de machacar pedazos de igual peso y tamaño. En general, las que mas fácilmente se rompen con el martillo en pedazos pequeños, son las que deben desecharse cuando se trata de caminos.

El carácter mineralójico de las rocas comprendidas bajo una misma denominacion geolójica, á menudo difiere en tanto grado, que es dificil sentar ninguna regla generalmente verdadera sobre cualquier clase de piedra.

Con todo, puede decirse que las rocas basálticas son las mas á propósito para caminos. Entre los granitos vulgarmente llamados *sal y pez*, son preferibles los de color oscuro, por abundar mas en ellos el *felspato*, que es su parte de mayor consistencia. A proporcion que su color se hace mas claro, convienen menos para el caso.

Las piedras calizas ofrecen, por muchas causas, un escelente material; pero esceptuando las carboníferas y algunas otras de transicion, contra las cuales hay pocas objeciones, las demas tienen muchos defectos, que disminuyen el mérito de ser lisas en sus caras. Son demasiado blandas para soportar grandes pesos, y su calidad de resbaladizas cuando se hallan mojadas ó humedecidas, causa frecuentes é inevitables accidentes.

Mas adelante harémos notar que cuanto mas duros y correosos son los materiales, en pedazos mas

pequeños deben romperse, mientras que las piedras blandas pueden con menos inconveniente conservarse en piezas mayores. Las piedras calizas tienen sin embargo, en general, la peculiaridad de formar caminos lisos aun cuando no se fracturen en pedazos pequeños, probablemente en razon del poder que tienen para ligarse entre si. El cascajo ó la zadorra, á no ser que se encuentren en canteras de la formacion de arena roja, deben desecharse, porque contienen piedra de diferentes clases, y por consiguiente de diversos grados de resistencia. El cascajo y la zadorra que se hallan en la formacion gredosa, suelen componerse enteramente de pedernal, y este, como hemos dicho antes, es demasiado quebradizo para constituir un buen material de caminos. Sin embargo, puede haber casos en que sea preciso echar mano del cascajo ó guijo de chinos de pedernal; ora por ser los parajes demasiado interiores para llevar por agua los materiales; ora porque no sea asequible conseguirlos buenos á precios razonables. Para semejantes circunstancias téngانse presentes estas reglas:

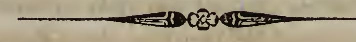
En primer lugar, límpiese de toda basura ó materia estraña, por medio de la zaranda, el cascajo ó la zadorra que deba emplearse en el camino. Sepárense despues todas las piedras grandes de las chicas del mismo modo, y rómpase en pedazos angulosos toda piedra que no pase por la zaranda. Esta debe tener sus alambres á distancia de una pulgada de centro á centro.

Hecho esto, colóquense primero sobre el camino las chinas pequeñas en moderada cantidad. Sobre ellas otra de greda, igual próximamente á una quinta parte del guijo ya colocado. Cuando las chinas y la greda se hayan amalgamado por medio del tráfico al cabo de algun tiempo, échense sobre ellos las piedras angulosas partidas. No debe dejarse pasar mucho espacio de tiempo entre esta operacion y la primera, ó de lo contrario se endurecerá la superfi-

cie de la costra demasiado para permitir que los materiales se incorporen y amalgamen.

Caminos muy sólidos se han construido de esta manera con greda y cascajo, y son de muy buen uso durante el verano, y tambien en tiempo de lluvias sin nieve ni hielos; pero con estos últimos deben aguardarse hendiduras y grietas, precisamente en proporcion de la cantidad de greda que se haya empleado. Entre dos males debe, sin embargo, aceptarse el menor, y por consiguiente es preferible tener un camino sólido durante 50 semanas del año, que uno malo en todo él por evitar los inconvenientes de algunos dias de invierno rigoroso.

Cuando el camino se ha abofado, lo único que puede hacerse es mantenerlo unido por medio del rastrillo, y cuando los hielos hayan pasado, reformarlo picándolo. Es probable que aunque el abofamiento haya causado sus naturales inconvenientes, sean estos pasajeros, y se corrijan, concluyendo por formar un camino sólido, con tal que se cuide de las reparaciones sucesivas.



PREPARACION DE MATERIALES.

Gran neglijencia y falta de habilidad se manifiesta en los caminos transversales, ó hablando mas propiamente, en casi todos los de España. Obsérvase, que en lo general se llevan al camino los materiales en cantidades enormes, sucios, llenos de arcilla y otras materias perniciosas en sumo grado. No se machacan. Grandes y chicos, redondos y angulares, en promiscua masa, se arrojan sobre la super-

ficie; y mucho será que un inspector mas cuidadoso que los demas en sus operaciones, haga romper algunos de los de mayor tamaño. Lo comun es arrojar sobre el camino una balumba enorme de materiales, segun el azar la coloque, y dejar que la costra se forme á Dios y á la ventura, trabajada por la accion de las ruedas; de lo cual resulta que como una gran parte de esas materias componentes es por su naturaleza mas perjudicial que útil al camino, se mantiene este pesado, sucio y lleno de tropiezos para los carruajes.

¿Qué se gana con procederes tan descabellados? Se gasta muchísimo dinero en la compra de basura, pues tal nombre merecen semejantes materiales: se vuelve á gastar en acarrearla, acaso por leguas, al camino; y últimamente, se gasta nuevamente en esparcirla, machacarla, mezclarla, etc. Y si estos fueran los únicos males que produjese, podrian sobrellevarse, aunque costosos, á trueque de tener una buena carretera; pero esta se halla, despues de semejantes operaciones, en peor condicion que antes. Y no pára aquí el mal, sino que hay que hacer nuevos gastos en remover esos mismos materiales á tanto precio adquiridos, succediéndose así en no interrumpida série los despilfarros y los desatinos,

Y sin embargo, el remedio de todo esto es muy sencillo. Supongamos que el material sea cascajo, ó zadorra, como se llama en Andalucia. Críbese primero por medio de una zaranda, cuyos alambres ó travesaños disten entre sí tres cuartos de pulgada. Preparado así el material, rómpanse las piedras grandes y las chinas por personas sentadas y con martillos que no escedan de una libra de peso, y que tengan el mango corto. No se deje piedra alguna mayor de dos pulgadas; y rota de esta manera, críbese de nuevo con zarandas cuyos alambres ó travesaños disten una y media pulgada de centro á centro. Por medio de estas operaciones queda el material perfectamente clasificado.

Las piedras de mas tamaño pueden arrojarse al camino en invierno, cerciorándose antes de que no hay ninguna que pase de dos pulgadas; y téngase siempre á la mano una zaranda de esta dimension, para impedir que se mezclen otras mayores cuando el material no ha sido roto con cuidado. Todo el que haya pasado por la zaranda de pulgada y cuarta, cuando se requiera para su uso (que debe ser por la primavera, como la última capa que se le dé en la temporada) debe pasarse por otra de tres cnartas de pulgada antes de ponerla en el carro de conduccion. De este modo quedará limpio de toda materia perniciosa, no quedando mas que piedra aseada y á propósito para arropar el camino.

Y no se diga que con esta última criba se malgastan materiales, porque este seria un argumento muy débil contra práctica tan beneficiosa. La pequeña porcion de piedra útil que pase por la zaranda, es de ningun valor para el camino, comparada con la mejora que se sigue en la calidad del cascajo, por efecto de la criba.

Esta piedra menuda es de mucho uso para los andenes, y tambien para las calles de los jardines.

A muchas personas parecerán minuciosos y caros los procedimientos que acabamos de describir; pero sin adoptarlos, ningun camino puede hacerse bueno y barato. Un detenido exámen y la esperiencia probarán que una carretera hecha así, sobre ser superior á las antiguas, producirá mucho menos embarazos y gastos.

El antiguo método era cribar (si acaso) una vez (en la mayor parte de los casos, nunca) lo cual dejaba el material en el mismo estado qne tendria antes de ser roto por el nuevo método. Cuando en Inglaterra están los jornales á razon de medio duro diario, cuesta romper la vara cúbica de cascajo ó zadorra 16 1/2 cuartos, no dejando ninguna piedra mayor de dos pulgadas. El segundo zarandeo para separar las piedras en dos cla-

ses, se hace á razon de 25 mrs. la vara cúbica, y el gasto adicional de un hombre que cribe de nuevo en una zaranda de tres cuartas de pulgada, hace subir á 10 1/2 mrs. mas el gasto en cada vara cúbica; de modo que estas tres operaciones importan 25 cuartos, por vara cúbica. Tal es el precio (muy ínfimo por cierto) á que se puede obtener el material perfectamente preparado para hacer un bnen camino, estando los jornales á medio duro.

Ahora bien: si materiales mal preparados pudieran constituir una buena carretera, convendria suprimir estos gastos; pero una tristísima esperiencia ha demostrado que, siendo esto imposible, hay necesidad de acudir á la práctica que acabamos de describir. Si hay injenieros é inspectores de caminos, que sin ella llegan á construir caminos tolerables, no se sigue de aquí que con mas trabajo y prolijidad no los obtuvieran mejores, mas duraderos y de menos costosa conservacion. Podemos y debemos repetirlo: la esperiencia acredita ser mas éspedita (no embargante su aparente prolijidad) la clasificacion de tamaños que hemos indicado. Que es mas razonable, ya lo hemos probado. Acerca de su economía, téngase muy presente que la planta y formacion primitivas de un camino, son mucho menos costosas que las succesivas reparaciones debidas á la mala calidad de los materiales, y á la consiguiente necesidad de removerlos para desecharlos; y finalmente, para demostrar que nuestro método ofrece, ademas de las grandes ventajas indicadas, el de hacer mas transitables y cómodas las carreteras, obsérvese que la igualdad, la lisura, la firmeza y solidez de su superficie no pueden alcanzarse sin formarla de materiales uniformes, cualquiera que sea su tamaño.

Y luego, cuando los gastos que orijina el antiguo sistema, por lo tocante á los materiales solamente, esten bien calculados, puede suceder que ascienda á mayores sumas el dinero desperdiciado en materias

perniciosas ó inútiles, que las que se empleen con evidente ventaja en preparar y clasificar las convenientes. Lo cual es tan cierto, que si una vara cúbica de guijo ó cascajo derramada en el camino, sin romper, en ambos casos costase 9 rs. y 10 mrs., y en su estado bruto contuviese solamente una décima parte de materias nocivas, ó de suciedad, ó de basura, esta costaria ocho cuartos mas. Ahora bien: ya hemos demostrado que por estos ocho cuartos el guijo puede escojerse, limpiarse y zarandearse.

En suma, el dinero que hasta ahora se ha pagado por un material no solo inútil sino perjudicial, se emplea por el método propuesto en prepararlo para formar un camino bueno y limpio; y siendo así que en este exámen comparativo hemos dejado fuera de cuenta el gasto que despues se hace en remover la basura llevada á la carretera por el antiguo sistema, el criterio del lector concebirá la diferencia de gasto entre ambos métodos, sin tachar de exajeradas nuestras observaciones.

TAMAÑO DE LOS MATERIALES.

Se ha dicho antes que ninguna piedra debia ser mayor de dos pulgadas; pero esta advertencia tan solo es aplicable al cascajo ú otra sustancia vidriosa ó quebradiza. Cuanto mas tenaces ó consistentes sean los materiales, tanto mas pequeños han de ser los pedazos en que se rompan ó machaquen. El granito roto en pedazos de á pulgada, formará un camino mejor y mas duradero que si los pedazos fueran de á dos. La razon es porque el peso de una vara cúbica de granito de una sola pieza es de unos 37 quintales, y pierde, cuando se rompe en pedazos de á tres pulgadas, mas de la mitad de su peso. Sin

embargo, una vez rota la piedra, mientras mas pequeños sean los pedazos en que se divida, mas se aproximarán estos á formar nuevamente el sólido, y por consiguiente, cuanto mas se desmenuce el material, mayor será el peso de la vara cúbica, pues habrá en ella mayor cantidad de piedra y una porcion menor de intersticios.

Estos intersticios, cuando el material está desparramado en el camino, se llenan con sustancias de inferior ó perniciosa calidad, tales como barro, agua etc. Aproximarlo, por tanto, al estado de sólido es lo que mas conviene.

Si el espesor de la sustancia ó *firme* del camino hubiese de ser, por ejemplo de un pie, mientras mayor cantidad de granito ó material duro éntre en él, menos intersticios habrá; y el único medio de conseguirlo, como ya hemos dicho, es el de romper y fracturar la piedra en partes diminutas. Solo así se aproximará el *firme* de las carreteras á la solidez del empedrado de las calles, con la ventaja de tener una superficie unida y cimentada, incapaz de dislocarse y descomponerse por la desviacion de las piedras.

Se ha sentado el principio de que cuanto mas tenaz y fuerte es la piedra, tanto menores han de ser las partes en que se fracture. Porque si una sustancia quebradiza y vidriosa, como v. g. el pedernal, se desmenuza en pedazos domasiado pequeños, ó si se la machaca con un martillo, fácilmente se pulveriza. Por esta razon hemos encargado que el pedernal y el cascajo no se quebranten en pedazos menores de dos pulgadas. Al reducirlos á este tamaño, es natural que haya muchas piedras mas pequeñas. Déjense estas; pero no se consientan otras mayores, porque estas aparecerán sobre la superficie conforme empieze á desgastarse el camino con el tráfico: y, por otra parte, si se hubiesen acoplado, las de mayor tamaño no formarán una carretera tan buena y sólida como si se hubieran reducido á un tamaño mas proporcionado; todo segun el principio que deja-

mos sentado. Hay muchos pedernales y cascajos de diferentes grados de dureza y tenacidad, unos mas elásticos ó quebradizos que otros. Por consiguiente es necesario que el subinspector ó el injeniero, antes de determinar el tamaño á que se han de reducir, examine la naturaleza y calidad de ellos.

CANTIDAD DE MATERIALES QUE HAN DE PONERSE CADA VEZ.

Este es un punto de mucha consideracion, y en el que suelen manifestarse graves errores; á pesar de lo cual, se mira con descuido, no solo por empleados adocenados é incapaces, sino por celosos é intelijentes injenieros.

La práctica de muchos de ellos (acaso los mejores) es poner materiales en capas de muchas pulgadas de espesor, sin abrir siquiera la superficie que los ha de recibir.

Y nosotros sostenemos, guiados por la razon y por la práctica, que semejante modo de proceder es estravagante y de malos resultados. No debe seguirse en ningun caso; ni aun en aquellos en que la sustancia *ó firme* es demasiado delgada y tenaz, y en que se pone el material con el objeto de aumentarla, dando al camino la consistencia y poder necesarios.

Cuando se pone una capa demasiado espesa, la destruccion del material es muy grande antes de que llegue á incorporarse al camino. Las piedras se impiden unas á otras el asentarse, empujándose mútuamente en todas direcciones, y este constante movimiento es causa de que se gasten sus ángulos y aristas, dejándolas redondas y produciendo polvo. Cuando llegan á tal estado, la posibilidad de adherirse al terreno y la de incorporarse entre sí, están en gran parte destruidas, y por consiguiente es raro que el

camino adquiera el grado de consistencia necesario, ni la forma debida. Cuando algun peso lo oprime, la piedra cede, y el carruaje, en vez de pasar sobre ella sin daño alguno, va constantemente oscilando. Por otra parte, el material asi removido se gasta, y al poco tiempo de echada una capa, aparece la necesidad de renovarla, sin que haya producido el menor fruto.

Es, pues, uno de los mayores errores que pueden cometerse en el arte de hacer caminos, el de poner espesas capas de materiales. Si ya hubiese sobre el terreno suficiente substancia y cuerpo, consérvense estos enhorabuena con el mas prolijo cuidado; pero para ello nunca deberá ponerse mas espesor que el de una piedra á la vez; con una vara cúbica, bien preparada y rota como hemos dicho, pueden cubrirse de á 25 ó 30 superficiales. Este cebo es suficiente, y si bien se observa, hallarémos que dura mas que el doble de dicha cantidad, cuando esta se halla sin preparacion y en capas espesas. No hay en efecto friccion ni molimiento cuando se coloca del modo indicado: los ángulos y aristas de las piedras se conservan; y el material se entierra é incorpora en muy corto espacio de tiempo.

Suponiendo que sea necesario aumentar la consistencia de un camino y que se apliquen materiales con este objeto, debe hacerse (como cuando se trate de reparar su desgaste y desmejoramiento) por medio de capas delgadas. Tan luego como una de estas se fije é incorpore, échesele otra, y despues otra, y asi succesivamente, hasta que se le dé el grueso y resistencia que se quiera obtener; pero repetimos que nunca se le debe echar todo el espesor á la vez, porque cuando se hace esto, queda el camino suelto, pesado y conmovido por mucho tiempo: lo cual constituye el tiro duro y aflictivo para los animales, fastidioso á los transeuntes y costoso al Estado; siendo lo peor de todo que cuando una vez llegan á incorporarse los materiales de este modo

incompleto, laborioso y prolongado, las secciones ó perfiles de la carretera son muy imperfectos. Las rodadas se habrán seguido unas á otras, causando surcos é irregularidades. Los lados se habrán gastado antes que el centro del camino, y la superficie adquirirá formas estrañas, caprichosas y feas, como prueba de la incuria ó incapacidad de los que lo han dirijido.

El objeto que se trata de obtener, es una costra ó superficie dura, que venga á estar en inmediato contacto con las ruedas, sufriendo la menor friccion posible. Este problema lo resuelve el método que hemos propuesto, con mucha mas facilidad que el antiguo. Prepárese, pues, el material como se ha dicho antes: ábrase el camino para recibirlo: échese la piedra pura, y no se coloque mas que una capa de la gruesa cada vez. De esta manera no habrá demolicion, ni el polvo consiguiente á esta. Las piedras formarán una nueva costra, compuesta nada mas que de substancia dura; habrá menos materia que se oponga al paso de la rueda; y el tiro, por esta razon, será mas fácil y lijero. Cuando el tiro es lijero se sigue que hay menos molimiento, menos desgaste, menos roturas; y hé aqui una prueba de que la capa delgada dura tanto como la gruesa, con ser menos costosa y carecer de todos los inconvenientes que siempre la acompañan.

DE LA RECOMPOSICION DEL CAMINO LEVANTANDO EL MATERIAL.

De la utilidad, ó mejor dicho, de la absoluta necesidad de esta operacion, no puede quedar la menor duda al que una sola vez la haya puesto en práctica. Se verá que es de la mayor importancia al gobernar los caminos transversales, cuya mayor parte carece de perfiles ó secciones perfectas.

Supongamos un camino, que al componerse se encuentra con una enorme cantidad de pedernales ó piedras grandes, no removidas desde tiempo inmemoríal. La estructura de semejante camino será deforme; el tránsito por él dificil y peligroso. En algunas partes uno de sus lados estará mas alto que los otros: la forma do los grupos ó eminencias de piedra que contiene, ofrecerá inmensos obstáculos al tráfico, porque desde la cima de tales eminencias cae la rueda dentro de un hoyo, cuya profundidad corresponde á la altura de ellas; y el todo forma un atolladero capaz de derribar y hacer trizas el carruaje, si no lo remedia la prudencia y sangre fria del conductor.

Ahora bien: ¿cómo podrémos arreglar semejante camino, sino yendo derechamente á la raiz del mal? Aplicar á él mas materiales cuando ya hay demasiados, seria absurdo; y tal, sin embargo, ha sido la práctica de la antigua escuela. Carretadas enteras de los mismos voluminosos materiales han sido arrojadas sobre la superficie, tan poco preparados ellos para el caso, como ella para recibirlos. ¿Y qué resultará de semejante modo de proceder, sino que el camino conserve su forma imperfecta, y que el tráfico continúe sujeto á los inconvenientes de su condicion escabrosa y miserable? Y para ello ¡cuántos gastos inútiles en el acarreo de esa balumba de materiales! ¡cuán poco el provecho! ¡cuánto tiempo y trabajo perdidos!

Es evidente que en estos casos la manera de proceder, al par que sencilla, provechosa, es la de llamar una buena porcion de esos pobres y laboriosos jornaleros que nada mas desean que hallar quien los ocupe. Una vez que los tengamos reunidos y á la mano, démosles picos, palas, martillos y rastrillos, y hagamos que, profundizando bien adentro en la raiz del mal, arranquen de cuajo aquellos cantos medio enterrados, los rompan, y esparzan sus fragmentos sobre la superficie ya picada del camino. Finalmente,

igualada esta con los rastrillos, ordenarémos la misma operacion de partir cuantas piedras pasen de media libra de peso, y la operacion estará terminada. En muchos casos se encontrarán mas materiales que los que el camino requiere; y en otros, al contrario, no tendrá suficientes. En tal estado de cosas es obvio el curso que deben seguir las operaciones para no tener que comprar materiales innecesarios.

Aquí, pues, no hallamos ni necesitamos mas que trabajo corporal, con tal que esté bien dirijido por un injeniero práctico, y es fácil deducir que en lugar de incurrir en grandes gastos de acarreo de materiales improductivos, un buen camino puede formarse de uno malo con poco coste, ó sin ninguno, adicional.

El sistema que acabamos de describir, y que recomendamos, es infinitamente superior al antiguo, que consistia en llevar al camino carretadas y mas carretadas de piedra ó guijo, rellenando con ellas las cavidades sin haber picado ó levantado antes la superficie; de cuyo proceder resultaba que no habia trabazon y amalgama entre los materiales: que estos, arrojados á la ventura y sin ninguna preparacíon, fatigaban el ganado, destrozaban el carruaje, fastidiaban á los transeuntes; y finalmente que, sujetas esas substancias á la presion irregular de las ruedas, jamas formaban una superficie unida, tersa, compacta y resistente, sino una desigual y ondulante, tan desagradable á la vista como incómoda al tránsito. Se ha visto en las inmediaciones de una gran capital un camino reparado sin la adicion de nuevo material, resistir durante siete años la accion de un tráfico activísimo sin tener que recebarlo. Añádase á esto la inmensa ventaja de un sistema que invierte sus fondos con preferencia en labor humana, y muy pocos en mantener bestias.

Acontece otras veces que un camino está deforme, aunque el material de que se compone sea guijo ó

zadorra de inferior calidad. Aquí, como en el caso anterior, es preciso profundizar lo suficiente para igualar los altos y bajos de la superficie, arreglándola por medio del rastrillo. Si no se halla material suficiente para resistir los pesos á que el camino está sujeto, se le recargará antes de que la costra *ó firme* que se ha picado, vuelva á asentarse y consolidarse.

Lo mismo se hará cuando haya que recebar un camino compuesto de material muy duro, tal como el granito. Porque si no se pica y suelta la capa endurecida que antes existia, la nueva, cuya dureza es igual, nunca podrá penetrar en la costra de la anterior, y el resultado será el que se gaste con mucha mas prontitud que si se hubiesen amalgamado las dos.

Tanto en este caso como en el anterior, si hubiese de recargarse el camino para darle mayor solidez, hágase por medio de superposiciones succesivas de materiales; pero antes de que la capa anterior se haya incorporado del todo con la precedente.

Si nos propusieramos recebar un camino compuesto de guijo, con granito ú otra piedra igualmente dura que éste, la operacion de picar la superficie no seria tan necesaria; pues el material mas duro se injeriria con la presion de las ruedas en la capa precedente en virtud de su fuerza superior. Con todo, siempre seria de desear el que se conmoviese un poco la costra (aunque no fuese mas que pulgada y media) á fin de preparar un lecho suave al granito, y anticipar la época de su amalgama con la capa anterior.

El objeto principal que hay que obtener cuando se recarga un camino, es el de preparar la incorporacion del nuevo material, antes de que sea maltratado con el peso de los carros. Cuando la superficie esté preparada de este modo, cada piedra entrará en su lugar tan pronto como se la estienda, y en él se mantendrá facilmente por medio de sus ángulos y aristas. Por el contrario, cuando el camino es duro

y no se le ha abierto con el pico, una gran porcion de material, es destruido ó inutilizado antes de efectuarse la incorporacion, y la arena y polvo que provienen de su trituracion, hacen pesadísimo el tiro. En todos los casos posibles, escepto en aquellos en que el camino sea estremadamente húmedo y blando, debe romperse la superficie antigua, para recibir el material con que ha de formarse la nueva.

En los parajes montañosos es donde particularmente se hace indispensable picar y levantar el camino, para prepararlo á recibir las capas de material destinadas á fortalecerlo. Si las piedras se echan en estos parajes sin ninguna precaucion, nadie podrá esperar que se unan y amalgamen al camino, porque naturalmente se resbalarán cuesta abajo, y tambien hácia las cunetas de los lados. La necesidad que hay de hacer mas pendientes las secciones de un camino en las cuestas con el objeto de desagüarlos mejor, producirá tambien el efecto que hemos indicado, por lo cual es preciso tenerlo en cuenta.

SECCIONES TRANSVERSALES.

Llámanse así los perfiles que presenta un camino cuando está cortado por un plano perpendicular á sus lados ó direccion.

El que no comprenda la necesidad de que estas secciones sean uniformes, correctas y sin ondulaciones, puede asegurarse que no es idóneo para injeniero ni aun para sobrestante de caminos.

¿Cómo, si nó, podrá escurrir el agua que cae sobre ellos, si sus lados estan mas altos que el centro? Habrá de quedarse allí estancada embebiéndose en los materiales, reblandeciéndolos, quitándoles la fuerza, y causando un rápido estrago en todas las sus-

tancias que esten á su alcance. Era de esperarse que verdades tan obvias fueran de todos conocidas; y sin embargo, apenas se presta atencion á parte tan esencial del asunto de caminos. Aun en los de mucho tráfico, á los cuales es de suponer se les mira con gran predileccion, se cometen los mas crasos errores tocante á esto.

Un camino debe tener una inclinacion del centro hácia los lados de una pulgada por veinticuatro, suponiendo que está en terreno llano; y mayor en proporcion de su pendiente. En este caso se le dá mayor combadura, ó lo que es lo mismo, se hace su seccion mas angulosa, para que el agua escurra cuanto antes hácia las cunetas, y no siga por el camino abajo con gran perjuicio del firme.

A las veces un cirujano atrevido hace mejores curas que otro mas capaz, pero tambien mas tímido. Siguiendo este símil, si el camino es defectuoso en su seccion transversal, manifestando que su *firme* ó superficie es inferior á la del terreno adyacente, y que su centro está mas bajo que los costados, córtese con resolucion hasta que se obtenga la forma debida, porque si se detiene la operacion á una sola pulgada menos de lo necesario, ningun bien se habrá hecho. Que así como acontece al cauterizar un cáncer, cuando por haber dejado partes gangrenosas en el cuerpo vuelve á reproducirse; del mismo modo en la reparacion de caminos, si los costados no tienen el declive suficiente, el agua no escurrirá hácia las cunetas. Y si aconteciese que al escavar para obtener esta pendiente, se cortase toda la capa ó firme del camino, no hay que temer por eso. Por el contrario, profundícese aun mas el terreno, y rellénese con buenos materiales para obtener á un tiempo un nuevo firme y la pendiente que se desea. Tan necesario, ó quizá mas, es tener una firme y sustanciosa superficie en los costados como en el centro del camino, sobre todo cuando el tráfico es grande, porque al cruzarse los carruajes tienen que echarse á derecha é izquier-

da, y si hay andenes, los carromateros suelen andar por ellos, y mantener el ganado al alcance de sus látigos.

Pero el declive no debe pasar de la proporcion indicada de una pulgada por veinticuatro, si el terreno es tolerablemente llano, porque la escesiva convexidad quita á los materiales la posicion y asiento necesarios para unirse é incorporarse entre sí: la presion de las ruedas no es ni perpendicular al plano del camino, ni uniforme en las dos: el canto del calce obra en cierto modo como una cuña, y tiende á dislocar las sustancias: el tiro, en fin, se hace mas pesado para el ganado porque se aumenta la friccion.

Cuando la reparacion ó recomposicion de un camino se hace con esmero y buena direccion, su costra será sólida, su superficie lisa. En este caso muy poca combadura será suficiente para que escurra el agua; que á no ser por esto, ninguna se necesitaria. Ademas, cuando á un camino se le da mucha convexidad, los carruajes van siempre por su lomo, y hacen que se gaste mucho por aquella parte, produciendo rodadas peligrosas é incómodas.

El terreno sobre qu ese construya, debe, pues, tener la misma seccion ó perfil que la superficie del camino, y una capa uniforme de materiales sobre todo él. Cuando esto es así, hay mas probabilidad de que el camino se mantenga seco, que cuando se hace llano en su cimiento y se le da la convexidad, á fuerza de recargar su centro de materiales.

CAMINOS DE UN SOLO DECLIVE.

Todos los principios del arte militan contra la formacion de caminos con un solo declive, y sin embargo son muy frecuentes. Para mantener en buen

estado un camino, es menester desaguarlo casi instantáneamente, á fin de que los materiales no padezcan, y de que el tiro sea lijero. ¿Puede un camino de una sola pendiente efectuar esto?—no.—El agua tiene que pasar sobre un espacio duplo que en los otros antes de llegar á las cunetas, y la consecuencia es que la parte baja está doblemente encharcada, que el tiro en ella es mas pesado, y que el desgaste es mayor. Esto exije que de continuo se recebe aquella parte, y semejante sistema de reparacion es opuestísimo á que se mantenga siempre perfecto el perfil ó seccion del camino, porque si primero se receba ó recarga un lado, y despues otro, es muy difícil obtener que los dos se gasten por igual. Debe procurarse cubrir á un tiempo toda la superficie, y eso tan lijeramente que el público no rehuya caminar sobre ninguna parte de ella; pero esto no acontece sobre los caminos de una sola pendiente, por las razones espuestas.

Ademas, para que el desgaste ó uso del camino sea el menor posible, la presion deberá efectuarse perpendicularmente. En los caminos de una sola pendiente un carruaje no puede estar derecho, porque el peso gravita mas sobre una rueda que sobre otra; y no solo sobre una rueda, sino sobre uno de los cantos de esa misma rueda. Y lo que es peor, los carruajes adquieren una tendencia constante á resbalarse hácia la parte inferior del camino, y por este movimiento á sacar de su lugar los materiales. Ahora bien: la dislocacion de estos hace pesado el camino, y el complicado movimiento que produce la tendencia de la rueda á resbalar hacia la cuneta, aumenta de un modo extraordinario el trabajo de los animales.

Hay pocos casos que justifiquen el trazar los caminos con una sola pendiente. Fuerza á ello la circunstancia de estar cortados en la ladera de un monte empinado, por lo cual es necesario darles una sola pendiente hácia la montaña.

DEL ESPARCIMIENTO DEL MATERIAL.

Habiendo esplicado ya difusamente todas las operaciones preliminares á la de poner la capa ó firme del camino, vamos á describir como debe hacerse esta. A la generalidad de las personas parecerá acaso ocioso cuanto se diga sobre el particular; pero seria imposible obtener un buen perfil, si no se practicase con cuidado.

El modo mas general de hacerla, es el de arrojar de un golpe la carga de materiales en el paraje que se supone mas necesitado de substancia, y despues esparcirlos á derecha é izquierda. De aquí resultará que la parte del *firme* ó superficie que contenga mayor porcion de materiales (y forzosamente la contendrá por la manera con que se ha rellenado) presentará un perfil muy desigual cuando ellos se consoliden, y los carruajes tendrán un movimiento de ondulacion muy incómodo para los viajeros.

El mejor método es depositar el material á corta distancia del sitio sobre el cual se quiere esparcir, y hacer que un trabajador lo vaya arrojando con una pala en redondo, al modo que se hace cuando con la mano se echa el agua de un cubo para regar con igualdad á falta de regadera; ó como un sembrador arroja el trigo. Asi se logrará que el material tenga igual espesor en toda la superficie, y que la seccion salga perfecta y sin sinuosidades.

DEL RASTRILLO.

El rastrillo es un instrumento muy útil; pero si se adopta la práctica que hemos descrito de no po-

ner sino capas de una piedra de espesor á un tiempo, su uso será menos necesario que en el antiguo sistema de echar capas espesas. Sin embargo, siempre debe estar á la mano para nivelar cualquiera irregularidad que ocurra, mientras que los materiales toman asiento. Si apareciesen rodadas profundas, tambien puede usarse de este instrumento para igualar la superficie; pero no sin alguna precaucion. Es práctica comun de los peones camineros cuando ven una rodada profunda, recojer cuantas piedras hallan á mano y depositarlas en ella, con ánimo de nivelarla; y solo logran de este modo que aquella parte se convierta en la mas sólida del camino, y que se formen lomos ó barreras contrarias al desagüe regular de las cunetas. Esto no debe permitirse. Es mucho mejor pasar el rastrillo al traves de la rodada y esparcir á derecha é izquierda el material que forma sus bordes. Mayor beneficio que cuantas piedras se puedan recojer y se arrojen á la rodada, producirá esta operacion, aunque se hiciera con los ojos cerrados.

LIMPIA.

Tan conveniente es mantener seco un camino en su superficie como en sus cimientos, porque desaguando prontamente aquella, la filtracion de la humedad es de menos consecuencia. Y la razon es clara: el agua estancada en la superficie tiene mas tiempo para penetrar en el interior del terreno, que la que cae, y por medio de un desagüe conveniente, pasa de luego á luego á los recipientes preparados de antemano, Graves daños se orijinan de no practicarlo asi, á los materiales; ablándanse estos y pierden su fuerza; el tiro de los carruajes se hace con mayor dificultad; y el camino viene á ser desagradable y penoso. Apenas, pues, se vea lodo en la superficie, debe removerse, dejando limpio el camino.

SOL Y VIENTO.

Si un camino está cercado de árboles ó vallados es impracticable mantenerlo en buen estado y con menos costos, porque las cargas adicionales son mayores con este motivo. Debe ponerse, pues, la mayor atencion en obedecer el reglamento que prevenga (pues debe prevenirlo) que los vallados sean bajos, y los árboles se mantengan constantemente recortados, sin consideracion á que sean de jardin, corral, parque, bosque cerrado etc.

PERNICIOSO EFECTO DE LOS CAMINOS MAL FORMADOS.

Si la generalidad de las personas conociesen cuánto mas de lo necesario pagan para la reparacion de los caminos que transitan, mayor empeño mostrarian por mejorar el sistema actual. Porque es un hecho que el buen estado constante de las carreteras hace sumamente económicos el tránsito y la conservacion de ellas mismas.

Cuando el corte ó seccion del camino está bien hecha, y cuando su superficie se halla lisa, seca y sin irregularidades, el desmejoramiento gradual es mucho menor. Si por el contrario, se colocan en el camino grandes piedras, mezcladas con otras mas pequeñas, muy pronto las primeras aparecerán solas sobre la superficie, haciéndola desigual y penosa, y el desmejoramiento llegará á ser progresivamente mayor. Las ruedas se deslizan entónces á los dos lados de esas grandes piedras, y forman hoyos en que el agua se deposita. Y de aquí la rápida descomposicion de los materiales, y el desmejoramiento pro-

gresivo del camino. De aquí tambien la pronta ruina de los calces de las ruedas, espuestos con lo dicho, á grandes é irregulares fricciones sobre una superficie desigual.

No asi cuando las reparaciones son bien dirijidas. Las ruedas de los carruajes, careciendo de obstáculos, se deslizan suave y uniformemente sobre la superficie, sin hacer presion mayor en un lado que en otro, y sin dislocar los materiales. La substancia, por decirlo asi, del camino no se descompone con el agua depositada en los hoyos ó charcos, sino que se conserva dura y compacta, en disposicion de resistir la presion esterior.

Otra gran falta de los caminos es la de no tener suficiente fuerza ó consistencia. Cuando esto sucede, la cortadura ó seccion no puede conservarse, porque la falta de poder resistente en el suelo hace que este ceda con facilidad á la presion, y que los materiales dislocados aqui y alli por las ruedas, produzcan un daño enorme. Sucede aqui lo mismo que cuando se remienda la rueda de un carro viejo, la cual no siendo proporcionada al peso que debe conducir, se rompe de nuevo, y produce sin cesar nuevos gastos.

Cuando un camino está bien cortado, en buena forma y competentemente atendido, el desmejoramiento es insignificante, comparado con el que tienen los caminos privados de aquellas condiciones; viniéndose á probar con esto que el mejor medio de consultar la economía es el de ocurrir con tiempo á destruir los primeros síntomas de decadencia.

EFECTO DE LAS DIFERENTES LLANTAS DE RUEDAS SOBRE LOS CAMINOS.

La suma de los daños causados á un camino por los pesos que transitan por él, y la proporcion en que esos daños son modificados por las llantas de las

ruedas, es materia de muy dificil averiguacion, porque depende en gran parte de los materiales de que está formado el camino, del estado del tiempo, de la forma de la carretera, de la parte suya sobre la cual se mueve el peso, y aun quizás de la velocidad del carruaje. Estos esperimentos son muy laboriosos y difíciles. Sin embargo, dos cosas pueden afirmarse con toda seguridad: la primera, que ningun peaje, por crecido que sea, puede compensar los daños que causa á los caminos un gran peso conducido sobre ruedas estrechas; y la segunda, que un peso puede ser tan escesivo que cause daños, cualquiera que sea la anchura de la llanta, sobre la cual pueda racionalmente ser conducido.

La accion perjudicial sobre la superficie de un camino disminuye progresivamente, á proporcion que aumenta el ancho de las pinas, y por consiguiente de las llantas, con tal que el peso no sea escesivo. Una rueda puede aumentar el ancho de sus llantas de manera que estas obren sobre el suelo como un cilindro compresor; y dentro de ciertos límites, mientras mayor y mas pesado es ese cilindro, mejor producirá el efecto deseado, es á saber: la compresion. Asi, aunque una rueda conduzca el peso por pulgadas, puede acercarse al punto en que, aumentando la llanta de la pina, cause provecho en vez de daño al camino.

La cantidad de peso permitida puede, con poco riesgo, dejarse al arbitrio de los particulares, porque el gran precio del peaje, con relacion al ancho de las llantas, impedirá siempre que sean conducidos grandes pesos sobre ruedas estrechas, siendo malo el estado del camino, lo cual podrá solo practicarse cuando el camino permita que los pesos sean conducidos con menos fuerza y menos daño. Porque mientras mas malo es el estado del camino, menor será el grado relativo del tiro sobre una ancha rueda; y por esto, en proporcion al buen ó mal estado del camino, deben usarse las pinas anchas ó estrechas.

Si el camino es débil, flojo y esponjoso, el tiro será de menor fuerza con una ancha rueda; y, *vice versa*, si el camino es bueno y sólido, el tiro será mas fácil con una llanta estrecha. El uso de las diferentes llantas de ruedas varía, pues, segun el estado de los caminos, desde el terreno en estado de barbecho hasta el carril de los de hierro. No asi el desmejoramiento: este es relativamente el mismo, sea el camino malo ó bueno, porque una llanta estrecha gastará un carril de hierro en la misma proporcion relativa que una carretera, y en todos los estados posibles de un camino producirá el mismo grado relativo de daño. Quizá cuando empieza el deshielo, la rueda ancha produce el inconveniente de quitar la costra y arrojarla en pedazos de un lugar á otro, quitándole al camino su nivel; pero en semejantes ocasiones la rueda angosta penetra hasta los cimientos, y es oríjen de graves desmejoras. Pero aun concediendo que en semejantes circunstancias la rueda ancha produzca mayor daño que la angosta, nunca será sino en un corto periodo del año, quizá solo por un dia ó dos; y semejante daño no tiene comparacion con el que las llantas angostas producen todo el resto del año. Si bien se observa, una llanta angosta, aunque el camino esté duro y consistente, causa en su tránsito mayor pulverizacion que una ancha; solo que el suelo, cuando se halla en semejante situacion, muestra menos el daño, y hace mas dificil la comparacion.

FORMA DE LA RUEDA.

Habiendo emprendido describir y establecer el grado de perjuicio que causan á los caminos las ruedas de diferentes dimensiones, es necesario ahora decir una palabra acerca del efecto que las ruedas de

diferente forma tienen sobre el desmejoramiento del suelo y la fuerza del tiro.

Es obvio que la rueda de forma cilíndrica aventaja á la de forma cónica, tanto por lo que respecta al desmejoramiento del camino, como á la fuerza del tiro de caballos. La rueda cilíndrica se mantiene recta, con una presion perpendicular al camino; y siendo las pinas paralelas consigo mismas, las periferies interior y esterior son iguales: al paso que la rueda cónica, hecha en forma de plato, lejos de tener las pinas paralelas consigo mismas, se inclina á un punto formando cono. La base de este es la periferie interior de la rueda, y el eje un punto determinado por las líneas de las pinas, formadas por las periferies interior y esterior.

La rueda cónica, pues, por su construccion peculiar, teniendo la circunferencia esterior mas grande que la interior, y estando obligada á adelantarse en línea recta, causa un movimiento compuesto, cuyo progreso produce sacudimientos que dislocan los materiales, dañan el camino, y hacen mas pesado el tiro.

Por otra parte, en favor de la rueda cónica hay la circunstancia de que da mas lugar para el cuerpo del carruaje; y tambien, la de que estando este separado de ella, en caso de colision con otro carruaje, proteje á ambos, poniendo solo en contacto la parte proyectada de las ruedas respectivas. Lo repetimos, sin embargo: por lo que respecta al desmejoramiento del camino, la rueda cilíndrica debe ser preferida.

En cuanto á la forma de las pinas, aunque la costumbre general es hacerlas casi circulares en su cara esterior, nos decidimos absolutamente por las pinas planas, á causa de que obran sobre una superficie igual del camino.



EFECTO DE REGAR LOS CAMINOS.

La introduccion del carro de riego, tanto por lo que respecta al alivio del viajero, como á la conservacion del camino, puede ser considerada como una de las mas grandes mejoras recientemente adoptadas en las inmediaciones de las capitales populosas. La ventaja para el viajero es obvia en cuanto concierne á su propia persona; pero si el riego se exajera, no resultará para él ningun beneficio con respecto al tiro; porque cuando el camino se humedece hasta el punto de producir lodo, los mismos males que del invierno, se orijinan para la faena de los caballos, en vez de lo cual, cuando la operacion es juiciosamente ejecutada, los materiales se preservan del grado de pulverizacion que el verano produce. En un camino reparado con pedernales, cascajo ó cualquiera otro material quebradizo, el daño causado por el tiro es muy grande; pues si el tiempo seco contiuúa, los materiales se aflojan, y la accion de las ruedas produce un grado de friccion tal, que los reduce á polvo, y el viento se lleva este sin provecho.

Si no sopla viento en mucho tiempo, habrá en el camino una acumulacion de polvo que es necesario remover; y de aquí el empobrecerse, perdiendo rápidamente la substancia necesaria para soportar los pesos, y haciendo necesarios nuevos costos.

Así, pues, un riego bien dirijido é igualmente distribuido sobre la superficie, tiende á prevenir este daño, manteniendo compacta la costra del camino; conservando en su lugar los materiales; y finalmente preservando la mezcla que los une. Pero si la distribucion de agua es escesiva ó irregular, puede causar tantos daños como beneficios produciria en el caso opuesto. Se sigue de ella la descomposicion de las

sustancias del camino; y cuando los carros de riego no estan científicamente construidos, el agua es distribuida en chorros, produciendo charcos. Tampoco debe ser escesivamente lento y diminuto el riego, porque entónces el polvo humedecido se adhiere á la rueda, haciendo el tiro mas pesado.

APÉNDICE

ESTRACTO DEL INFORME HECHO Á LA ACADEMIA DE CIENCIAS SOBRE LAS ESPERIENCIAS DEL CILINDRO COMPRESOR DE CALZADAS EMPEDRADAS, VERIFICADAS EN PARÍS POR MR. SCHATENMANN. FUERON INFORMANTES LOS SEÑORES ARAGO, PONCELOT, PIOBERT, LANCIER Y MATHIEU.

VENIMOS hoy á dar cuenta á la Academia de los procedimientos que Mr. Schatenmann ha puesto en práctica en el departamento del Sena y en el del Bajo-Rin, manifestando los felices resultados que ha obtenido.

Divididas estan aun las opiniones acerca de las dimensiones que convenga dar al cilindro compresor. Mr. Schatenmann está persuadido de que el cilindro lijero y de pequeño diámetro, obra sobre el firme de un modo mas seguro, mas pronto y mas completo que el cilindro pesado y de gran diámetro. Para probar las ventajas del primero, nos ha dirigido la Academia la Memoria que nos ocupa en este momento.

La constitucion definitiva de un camino depende de su calzada, de la naturaleza y mezcla de los materiales que la componen, y en fin, de su consolidacion en una capa compacta. Vamos á seguir al autor en estas diversas operaciones.

Mr. Schatenmann dá á las calzadas una latitud ó anchura de 5 á 8 metros (de 6 á 12 varas) segun las circunstancias, y en consideracion al uso á que

se las destina: propone suprimir, ó por lo menos re·cebar con firme los espacios de tierra que hay entre los fosos y la calzada general del camino: crée conveniente reemplazar los fosos con regueras ó canalizas empedradas ó ensoladas; y opina que el espesor de la calzada en su eje sea de 20 centímetros (8 pulgadas) con una combadura de 6 centímetros por metro (ó sea 2 pulgadas por vara). El fondo de la forma ó del encajonamiento, que debe recibir los materiales, debe ser tambien un poco combado al respecto de 4 centímetros por metro, (1 1/2 por vara) á fin de que el firme conserve cierto espesor hasta sobre las orillas del camino. La combadura reducida, á la cual se llega despues de la compresion, es suficiente para el desagüe; cuando el arrecife es llano, es cómodo para los carruajes, que pueden trajinar sin temor sobre toda la anchura, y gastarla casi uniformemente Con una combadura exajerada no se tiene la misma seguridad, porque la calzada se desgasta, principalmente hácia su parte media, que es por donde transitan todos los carruajes.

El firme puede establecerse sobre un terreno cualquiera (poco importa su naturaleza) cuando quiera que esté cubierto de una costra compacta é impermeable. Sin embargo, si fuese escesivamente blando, convendrá fortalecerlo. En los lugares en que parezca no ser bastante resistente, bastará apisonarlo.

Los materiales, reducidos por la trituracion á 6 centímetros (2 1/2 pulgadas de diámetro), se colocarán en el fondo del encajonamiento: los que estén mas reducidos, se reservarán para la superficie. Si resultase que esta, despues de todo, tuviese materiales mas de 4 centímetros de diámetro, (1 pulgada y 8 líneas) se les tritutará allí mismo, ó se recojerán á mano para removerlos.

Estos materiales mas ó menos duros, mas ó menos cohesivos, pueden unirse y trabarse por medio de una fuerte presion; pero esto no basta para que

formen inmediatamente una costra compacta é impermeable. Para ello es necesario incorporar en el firme una materia ténue que llene los vacios, y opere la cohesion de todas las partes.

La conselilacion de las calzadas por medio del cilindro, reposa sobre el doble principio de la compresion, y de la mezcla de los materiales con una substancia de agregacion. Esta substancia debe ser de tal ó cual especie, segun la dureza de los materiales empleados en el firme, y su mayor ó menor facilidad á unirse entre sí. Con materiales duros y nada cohesivos, tales como las piedras silíceas, los granitos, el cuarzo etc, se emplean para operar la agregacion la marga, calcáreos tiernos, toda especie de tierra fuerte etc., porque estas substancias se ligan y unen fácilmente; pero con las piedras calizas de cierta dureza se emplea la arena, porque esta recibe de los otros la cohesion que le falta. Los rípios de los arrecifes provinientes de piedras duras ó blandas, son en todos los casos, una buena materia de aglomeracion.

Mr. Schatenmann, director de minas de Bouxwiller, supo hácia el año de 1840 que en la Prusia Riniana se empleaba de mucho tiempo atras un cilindro de hierro colado para comprimir las calzadas de empedrado nuevo, y que se obtenian con él muy buenos resultados. En consecuencia lo examinó, y recomendó vivamente su uso.

El cinlindro es hueco de 1,^{m} 30 de largo, y de 1,^{m}30 de diámetro (4 p. 8 pulgadas). En las estremidades de sn eje de hierro forjado, están colocados dos cojinetes que soportan un fuerte marco, en el cual se halla una caja cuadrada, que puede recibir, en piedras ó cascajo una carga de 1,000 quilógramos (6,525 libras); y con la ayuda de dos lanzas con sus correspondientes balancines unidos á la armadura del cuadro, se pueden poner caballos delante ó detras; lo cual evita que el cilindro tenga que girar sobre el lugar, á mano.

El peso de la armadura y de la caja es de 1,000 quilogramos (2,175 libras): el cilindro es de 2,000 (4,173 libras); por manera que vacio todo el aparato pesa 3,000 quilógramos, (65 quintales), y lleno ó cargado 6,000, (130 quintales).

Cuando la calzada está preparada y cebada de piedras pequeñas ó cascajo, se procede á la operacion del cilindro, la cual comprende dos partes bien distintas: la compresion de los materiales, y su aglomeracion.

1.º La compresion es producida por dos giros del cilindro vacio, con la carga simple de 3,000 quilógramos; por dos giros á media carga, de 4,500; y por dos giros á carga entera, de 6,000.

Durante estos seis primeros giros de cilindro es preciso, en tiempo de gran sequedad, regar los materiales para que se unan, traben y amalgamen mejor los unos á los otros.

2.º La aglomeracion se opera continuando la compresion con el cilindro enteramente cargado; pero despues de cada giro, se estiende sobre la superficie de la calzada una lijera capa de materia cohesiva, seca, reducida á polvo y convenientemente escojida, segun la naturaleza de los materiales del recebo. El volúmen de la materia de agregacion, es sobre poco mas ó menos 13 por 100 del cubo de los materiales con que se ha recebado. Seis giros de cilindro son suficientes en este segundo periodo de la eonsolidacion.

La operacion reducida al *mínimum* de doce giros de cilindro en cada lugar, podrá estenderse en un dia á 200 ó 300 metros (235 á 350 varas castellanas) en lonjitud y latitud, y cubrir una superficie de 1,500 á 2,000 metros cuadrados (2100 á 2,800 varas) pero cuando la consolidacion se haga lentamente, será preciso aumentar un poco el número de reparos del cilindro, y la superficie operada en un dia será menor. Este trabajo se ejecuta con seis caballos en caminos de pendientes comunes; pero se emplean ocho

cuando las pendientes se elevan á mas de cuatro ó cinco centímetros por metro, (de uno en veinte á uno en veinte y cinco.

A pesar de la gran movilidad de las piedras rotas, y, sobre todo, de los guijos rodados al principio de la operacion, el tiro de seis á ocho caballos de mediana fuerza, puede sin esfuerzo tirar del cilindro vacio, con solo el peso de 3,000 quilógramos (6,660 libras.) A medida que la operacion avanza, la rodadura se hace mas fácil, y se puede aumentar succesivamente la carga del cilindro hasta 6,000 quilógramos (13,320 libras). En todo caso es necesario que cada caballo no tenga que ejercer sino un empuje moderado; porque si debiese obrar con escesiva fuerza, el ahinco con que pisan, trastornaria sin cesar la superficie del arrecife.

Despues de una docena de repasos de cilindro, el camino puede abrirse al tráfico, si la operacion ha sido bien dirijida. Sin embargo, todavia no se hallará enteramente consolidado, sino al cabo de dos meses poco mas ó menos, en que todas sus partes, secas y unidas, formen una masa compacta é impermeable. Si despues de la operacion sobreviniesen lluvias contínuas, y mas tarde heladas, el arrecife no se consolidaría sino muy dificilmente; por lo cual es preciso no emprender la rodadura en invierno, ni á entradas de él.

Tales son los procedimientos que con éxito feliz ha empleado Mr. Schattenmann para consolidar caminos en el Bajo Rin y en Paris. Todos ellos han sido abiertos al uso comun, y ninguno ha esperimentado desmejora alguna con el tráfico mas activo.

En un arrecife al cual se le habia hecho la operacion del cilindro, hacía dos años, en Bouxwiller, hizo Mr. Schattenmann un corte, y de él estrajo un fragmento que ha sido presentado á la Academia. Se vé en dicho fragmento un conglomerado de materiales en masa compacta, sólida é impermeable, de mas de 20 centímetros (8 1/2 pulgadas) de espesor.

Un carruaje cargado de sillares con peso de 8,500 quilógramos (cerca de 185 quintales) ha recorrido el arrecife en toda su lonjitud, sin ocasionar el menor daño. En muchos lugares apenas hemos visto la huella de las ruedas y la marca de los pies de los caballos en la capa de ripio y arena, que cubria el arrecife. Por manera que los caballos hacian poco esfuerzo, y el tiro era muy fácil.

Mr. Schattenmann, al operar con su cilindro sobre una capa de 50 centimetros (cerca de 22 pulgadas) de espesor, ha reconocido que la compresion tiene lugar hasta la distancia de 30 centímetros (unas 13 pulgadas) de la superficie; por manera que la accion de ese pequeño cilindro puede trasmitirse á todas las partes de un terreno recebado, reducido al espesor de 20 á 30 centímetros (de 8 1/2 á 13 pulgadas) mirados hoy como muy suficientes. La muestra de 20 centímetros (de 8 1/2 pulgadas) de espesor estraida de la calzada de Bouxwiller, y de que hemos hablado ya, no deja ninguna duda acerca de esto.

Se habia creido al principio que era necesario un gran peso para comprimir los terrenos recebados, y desde luego se emplearon cilindros de un metro y 50 centímetros (5 pies 3 1/2 pulgadas) de lonjitud, y 2 metros (7 pies y una pulgada) de diámetro, con peso de 4, 5 y 6,000 quilogramos (89, 111 y 133 quintales) de vacío, y el doble con carga entera. La presion era entónces doble de la del cilindro pequeño, y sin embargo aparece menos eficaz. Mr. Schattenmann sostiene categóricamente en su Memoria que un cilindro grande y pesado no consolida ordinariamente un terreno recebado, sino hasta 6 ó 7 centímetros (2 1/2 á 3 pulgadas) de la superficie, y en apoyo de esta opinion cita rodaduras hechas en los campos Eliseos, y sobre todo la verificada el año último cerca de S. Dionisio por el cuerpo militar de injenieros con el cilindro de fortificacion, que exije un tiro de 18 á 20 caballos. La amalgama ó aglomeracion de 20 centímetros (8 1/2 pulgadas) de espesor hecha con

cascajo de esta manera, ha sido prontamente deshecha por el tráfico.

Añadirémos que este año los mismos oficiales han operado en un camino militar cerca del canal de San Dionisio. El recebo se componia de una capa de 20 centimetros (8 1/2 pulgadas) de espesor en cascajo siliceo sin romper, estraido de las canteras de Clichy. La rodadura con el cilindro de Mr. Schatenmann ha producido un camino que resiste perfectamente, hace tres meses, al tráfico mas activo y pesado. Cuando se abrió al uso del público, pudo soportar carros que necesitaban de diez caballos cargados de cantería. El gasto de comprimirlo ó apisonar con el cilindro materias de agregacion, ó trabazon y arena, ha subido á 25 céntimos por metro cuadrado (viene á ser unos 7 cuartos por vara).

Admitiendo que el firme de los caminos se consolide tan bien y tan pronto con un gran cilindro como con uno pequeño, este último tendrá siempre la ventaja de ser mas barato, y la de no exijir sino un tiro de seis á ocho caballos, en lugar de uno de diez y ocho á veinte. Con este último tiro el empuje es irregular, y los caballos destruyen frecuentemente con los pies una parte del trabajo hecho.

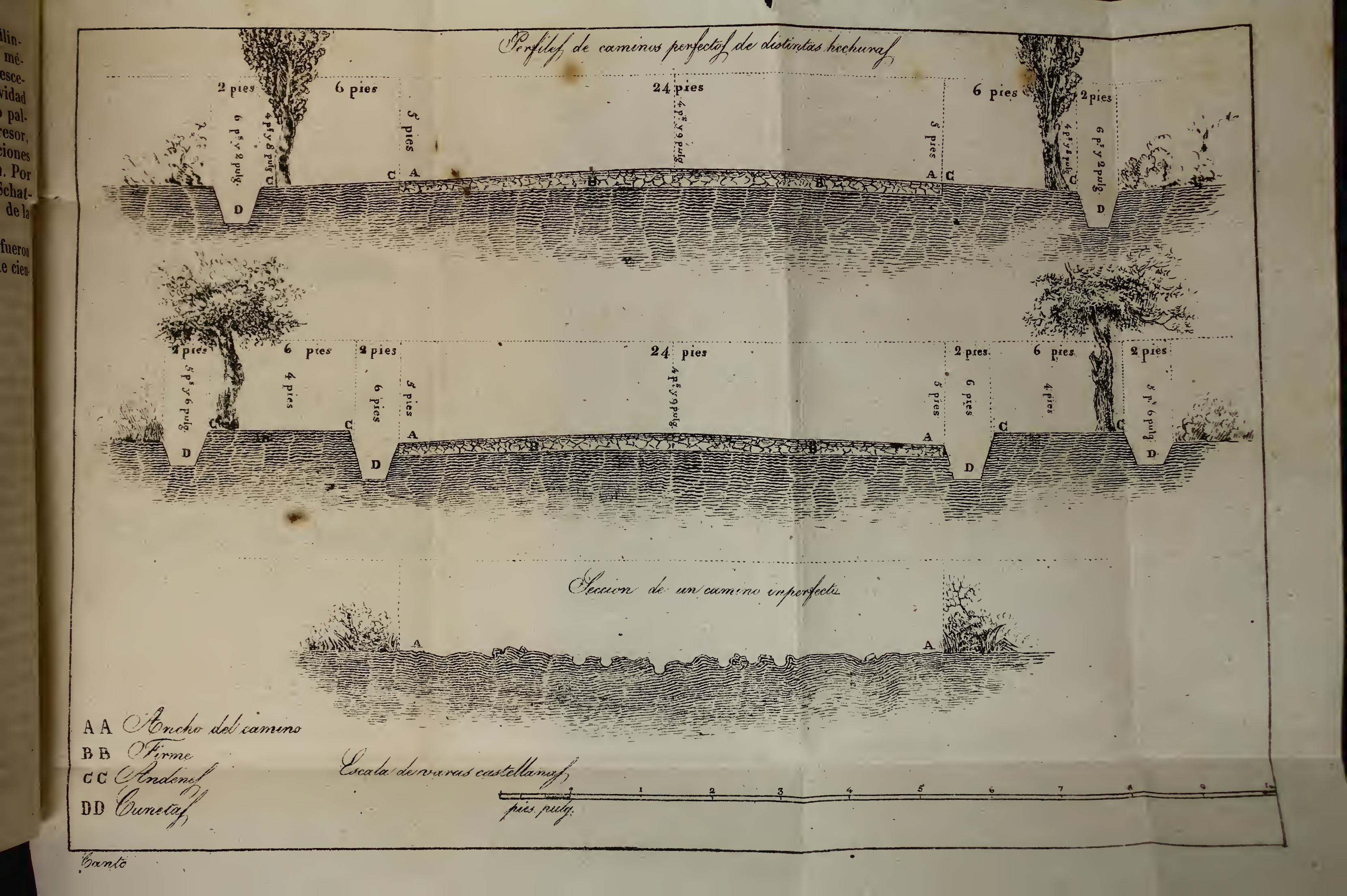
Nos parece, pues, probado que los grandes cilindros no son ni necesarios, ni aun útiles; que la presion moderada de un cilindro lijero y de pequeño diámetro, tirado por seis ú ocho caballos, basta para comprimir en todas sus partes un *firme* de 20 á 25 centimetros (8 1/2 á 11 pulgadas) de espesor, y para transformarlo en un camino compacto, impermeable, unido en su superficie, y capaz de resistir inmediatamente al tráfico mas activo; y últimamente, que el pequeño cilindro compresor consolida igualmente sobre una carretera ya usada, una nueva capa de cascajo, aunque sea muy delgada, y la liga perfectamente al *firme* antiguo.

La Academia ha podido penetrarse de que Mr. Schattenmann no pretende en manera alguna que

la compresion de los caminos por medio del cilindro, haya sido inventada por él; pero tiene el mérito incontestable de haber propagado estos escelentes procedimientos por su celo, por su actividad y por sus luces; y tambien los de haber hecho palpables las ventajas del pequeño cilindro compresor, de peso variable y graduado, y haber dado nociones preciosas acerca de las materias de agregacion. Por todas estas consideraciones, la Memoria de Mr. Schattenmann nos parece digna de la aprobacion de la Academia.

Nota.—Las conclusiones de este informe fueron adoptadas unánimemente por la Academia de ciencias.





Perfiles de caminos perfectos de distintas hechuras
2 pies
6 pies
24 pies
6 pies
2 pies
6 ps y 2 pulg.
4 ps y 8 pulg.
5 pies
4 ps y 9 pulg.
A
B
C
D
2 pies
6 pies
2 pies
24 pies
2 pies
6 pies
2 pies
5 ps y 6 pulg.
4 pies
6 pies
5 pies
4 ps y 9 pulg.
Seccion de un camino imperfecto
A A Ancho del camino
B B Firme
C C Andenes
D D Cunetas
Escala de varas castellanas
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
pies. pulg.
Cantó

PANEGI

DE

Santa Teresa

Y

SERMON DE A




A 109/022
i23627347 (1)
i23469924 (2)
i23492429 (3)
i23492727 (4)
i23504808 (5)
i23525940 (6)
i2362792x (7)
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
600093360

